

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาพิษเฉียบพลัน

4.1.1 การศึกษาพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอน รึ้นน้ำจืด

4.1.1.1 การทดสอบพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC_{50} ของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดวัยที่ 1 2 3 และ 4 พบว่า ค่า LC_{50} ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 18.17 (12.47-38.91), 20.59 (14.11-48.39), 29.34 (17.86-134.63) และ 30.96 (19.66-152.08) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3) และค่า LC_{50} ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 9.53 (7.18-12.96), 11.83 (8.72-17.84), 15.02 (10.74-26.63) และ 18.45 (13.31-35.92) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เวลา 24 ชั่วโมง

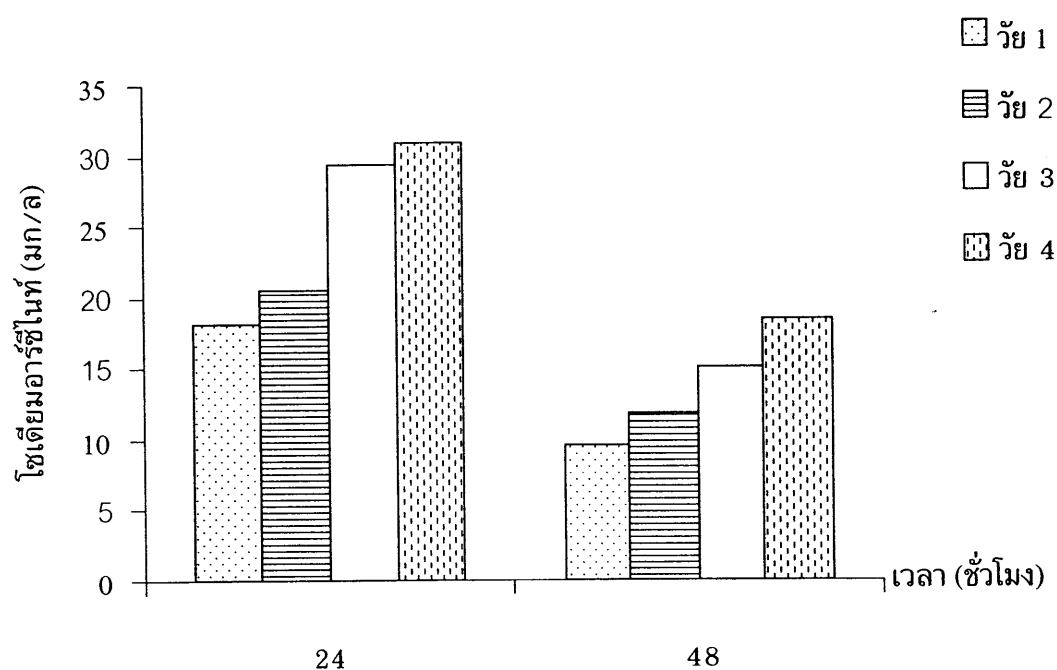
ระยะ (วัย)	LC_{50} (มก./ล.)	ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์		Chi-square	Slope±S.E.
		ต่ำสุด	สูงสุด		
1	18.17	12.47	38.91	1.96	1.75±0.43
2	20.59	14.11	48.39	1.01	1.88±0.48
3	29.34	17.86	134.63	1.10	1.71±0.51
4	30.96	19.66	152.08	0.95	2.14±0.67

LC_{50} : Median lethal concentration คือค่าความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ทำให้ตัวหนอน
รึ้นน้ำจืดตายร้อยละ 50 ในระยะเวลาที่กำหนด ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 5 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เวลา 48 ชั่วโมง

ระยะ (วัย)	LC ₅₀ (มก./ล.)	ความเชื่อมั่น 95%		Chi-square	Slope±S.E.
		ต่ำสุด	สูงสุด		
1	9.53	7.18	12.96	1.49	2.26±0.44
2	11.83	8.72	17.84	1.60	1.99±0.42
3	15.02	10.74	26.63	2.33	1.85±0.43
4	18.45	13.31	35.92	2.16	2.11±0.52

LC₅₀: Median lethal concentration คือค่าความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ทำให้ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดตายร้อยละ 50 ในระยะเวลาที่กำหนด ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 4 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

4.1.1.2 การทดสอบพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC₅₀ ของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดวัยที่ 1 2 3 และ 4 พบว่า ค่า LC₅₀ ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.00 (2.55-8.74), 5.79 (3.29-19.32),

6.55 (3.86-20.99) และ 12.47 (5.62-184.71) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 4) และค่า LC_{50} ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เท่ากับ 1.03 (0.70-1.59), 1.70 (1.09-3.12), 2.85 (1.77-6.07) และ 10.39 (4.01-181.71) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7, ภาพที่ 5)

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เวลา 24 ชั่วโมง

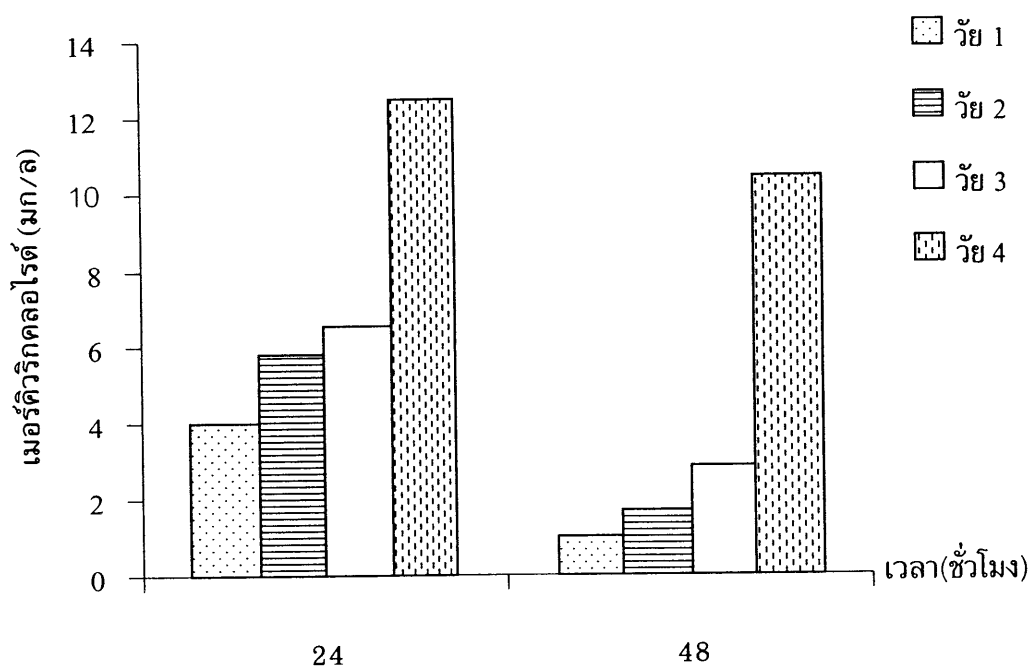
ระยะ (วัย)	LC_{50} (มก/ล)	ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์		Chi-square	Slope±S.E.
		ต่ำสุด	สูงสุด		
1	4.00	2.55	8.74	2.00	1.65±0.34
2	5.79	3.29	19.32	1.79	1.45±0.34
3	6.55	3.86	20.99	2.01	1.71±0.42
4	12.47	5.62	184.71	1.75	1.43±0.44

LC_{50} : Median lethal concentration คือค่าความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดตายร้อยละ 50 ในระยะเวลาที่กำหนดในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 7 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เวลา 48 ชั่วโมง

ระยะ (วัย)	LC_{50} (มก/ล)	ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์		Chi-square	Slope±S.E.
		ต่ำสุด	สูงสุด		
1	1.03	0.70	1.59	3.32	1.60±0.26
2	1.70	1.09	3.12	1.41	1.34±0.25
3	2.85	1.77	6.07	0.91	1.38±0.27
4	10.39	4.01	181.71	1.41	0.93±0.26

LC_{50} : Median lethal concentration คือค่าความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดตายร้อยละ 50 ในระยะเวลาที่กำหนดในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 5 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

4.1.2 การศึกษาพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล

4.1.2.1 การทดสอบพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิล

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการ

คุณภาพน้ำที่เวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมงของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-29 องศาเซลเซียส ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำของกลุ่มควบคุมที่เวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.30 ± 0.02 , 5.10 ± 0.10 และ 4.09 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 6.27 ± 0.01 , 3.41 ± 0.04 และ 2.21 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติที่เวลาต่าง ๆ กันด้วย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอยู่ในช่วง 7.10-7.23 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าคุณภาพน้ำ อันได้แก่ อุณหภูมิน้ำ, ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิล

คุณสมบัติของน้ำ	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เวลา		
		ต่าง ๆ กัน		
		0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ควบคุม	28.0±0.01a	28.5±0.02a	28.4±0.01a
	ทดลอง	28.2±0.02a	29.0±0.03a	28.5±0.03a
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (มก/ล)	ควบคุม	6.30±0.02a	5.10±0.10b	4.09±0.13c
	ทดลอง	6.27±0.01a	3.41±0.04b	2.21±0.01c
ความเป็นกรด-ด่าง	ควบคุม	7.10±0.10a	7.10±0.10a	7.07±0.12a
	ทดลอง	7.23±0.06a	7.23±0.06a	7.20±0.20a

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2. การทดสอบขั้นต้น

จากการทดลองขั้นต้น เพื่อหาค่าความเป็นพิษของโซเดียม อาร์ซีไนท์ ในระดับที่ทำให้ปลานิลตายที่เวลา 48 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีปลาตายร้อยละ 6.67 และ 13.33 ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น 100, 500, 1,000 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปลานิลตายร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 เปอร์เซนต์การตายของปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในการทดสอบความเป็นพิษขั้นต้น (n=30)

เวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซนต์การตายของปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน(%)					กลุ่มควบคุม
	1	100	500	1,000	5,000	
24	6.67	100	100	100	100	0
48	13.33	100	100	100	100	0

3. การทดสอบขั้นละเอียด

จากการทดลองขั้นต้นนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์จะได้ค่าความเข้มข้นที่จะนำมาใช้กำหนดค่าความเข้มข้นในขั้นละเอียด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการทดสอบขั้นละเอียดเพื่อหาระดับความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปลานิลตายร้อยละ 5.00, 12.50, 25.00 และ 50.00 และที่ 48 ชั่วโมง พบว่ามีปลานิลตายร้อยละ 7.50, 20.00, 37.50 และ 62.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 เปอร์เซนต์การตายของปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในการทดสอบความเป็นพิษขั้นละเอียด (n=30)

เวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซนต์การตายของปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน(%)				กลุ่มควบคุม
	1	5	10	20	
24	5.00	12.50	25.00	50.00	0
48	7.50	20.00	37.50	62.50	0

4. วิเคราะห์ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC_{50} ของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิล

ในต่อปลานิล

ความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Probit analysis ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ มีค่าเท่ากับ 14.77 และ 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิลที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	LC_{50} (มก/ล)	Slope $\pm$ S.E.
24	14.77 (10.01-28.39)	1.56 $\pm$ 0.34
48	8.23 (5.82-12.16)	1.71 $\pm$ 0.32

5. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล

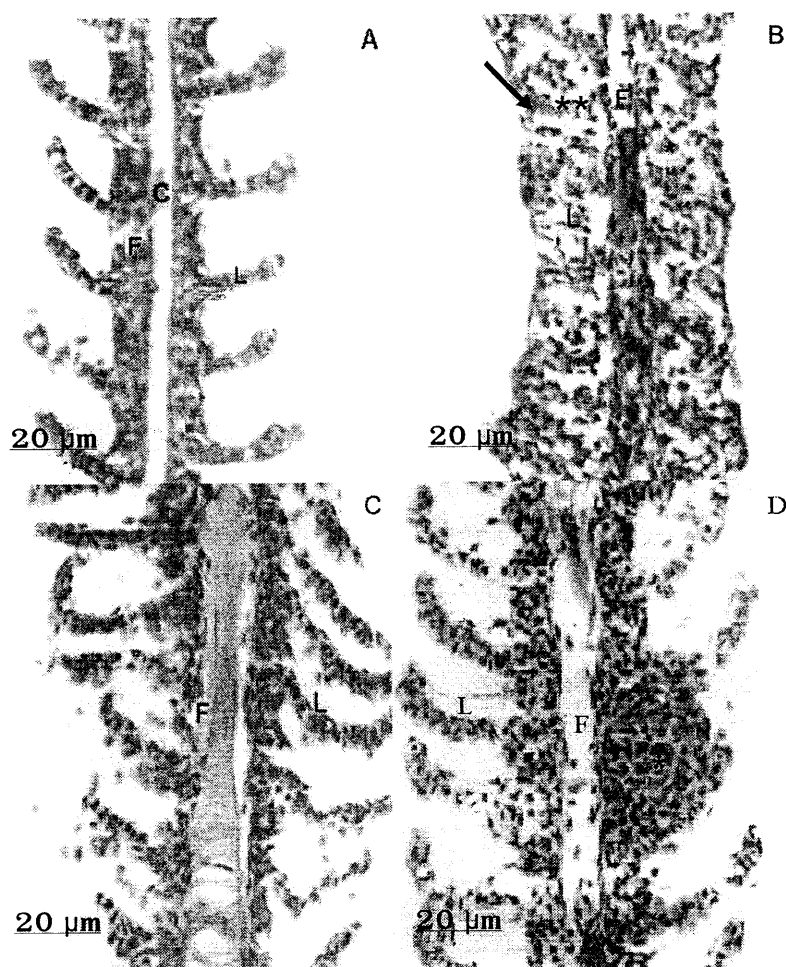
พบว่าปลานิลกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในโซเดียมอาร์ซีไนท์ในระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 มีพฤติกรรมการว่ายน้ำผิดปกติแตกต่างไปจากกลุ่มควบคุม คือ มีการว่ายวนรอบตัวเอง การว่ายน้ำช้าลง มีการหายใจขึ้นซึ่งสังเกตจากการขยับของแผ่นเหงือก และขึ้นมาหายใจบริเวณผิวน้ำ และค่อย ๆ หยุดการเคลื่อนไหวจนตกลงไปตายที่ก้นขวดพลาสติกในที่สุด

6. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงจุลพยาธิวิทยาของเหงือกและตับปลานิล

6.1 เหงือก

เหงือกของลูกปลานิลกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปานครบ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีลักษณะปกติเหมือนกันคือ ประกอบด้วย gill arch, gill filament และ gill lamellae (ภาพที่ 6a) โดย gill filament ตั้งอยู่บน gill arch ภายใน gill filament มีกระดูกอ่อนค้ำจุนและมีหลอดเลือด arteriole แทรกอยู่ผิวของ gill filament ถูกปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อบุผิวที่แบนบางเรียงซ้อนกัน 3-5 ชั้น (stratified squamous epithelium) มี chloride cell เป็นเซลล์รูปรี ขนาดใหญ่ โซโทรพลาสซึมย้อมติดสีชมพูและนิวเคลียสย้อมติดสีน้ำเงิน แทรกอยู่บริเวณใกล้ฐานของ gill lamellae, เป็นส่วนที่แยกออกจาก gill filament ทั้งสองข้าง และถูกปกคลุมด้วยเซลล์เยื่อบุผิวรูปแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) ภายใน gill lamellae ประกอบด้วย pillar cells ซึ่งเป็นเซลล์ค้ำจุน โดยมีแขนงออกไปเชื่อมกับ pillar cell ถัดไป และล้อมรอบ blood sinus ภายใน sinus เต็มไปด้วยเซลล์เม็ดเลือด

ลูกปลานิลกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ปลานิลกลุ่มทดลองร้อยละ 62.5 (5/8) และ 37.5 (3/8) มีลักษณะของเหงือกปกติเหมือนกลุ่มควบคุม และร้อยละ 25 (2/8) ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบลักษณะเซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวนมากขึ้น (ภาพที่ 6b*) และพบลักษณะ gill lamellae จัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ มีทิศทางไม่แน่นอนในปลานิลกลุ่มทดลองร้อยละ 12.5 (1/8) ที่เวลา 24 ชั่วโมง (disarray) (ภาพที่ 6c) ร้อยละ 12.5 (1/8) ที่เวลา 48 ชั่วโมงพบลักษณะเซลล์บุผิวของ gill filament เพิ่มจำนวนและ gill lamellae บริเวณดังกล่าวเชื่อมติดกัน (fusion) (ภาพที่ 6b**) ร้อยละ 25 (2/8) ที่เวลา 48 ชั่วโมงพบเซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus (aneurysm) (ภาพที่ 6d) (ตารางที่ 12)



ภาพที่ 6 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์ แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F) gill lamellae (L) cartilage (C) ย้อมโดยวิธี H&E

- A. เหงือกกลุ่มควบคุม ที่เลี้ยงในน้ำประปา. Bar scale = 20 μm .
- B. เหงือกกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร สังเกตการณ์เพิ่มจำนวนเซลล์เยื่อบุผิว (*) ของ gill lamellae และการเชื่อมติดกันของ gill lamellae (**). Bar scale = 20 μm .
- C. เหงือกกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร สังเกตการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae. Bar scale = 20 μm .
- D. เหงือกกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร สังเกตการณ์คั่งของเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ภายใน sinus. Bar scale = 20 μm .

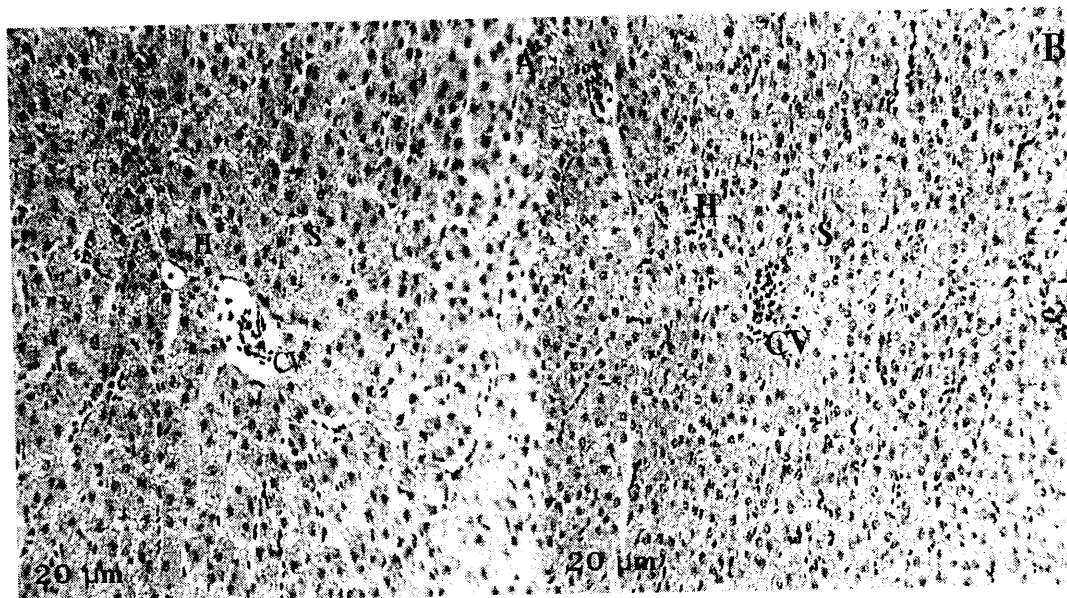
ตารางที่ 12 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลานิลที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีนีที่เข้มข้น
8.23 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง

ลักษณะเนื้อเยื่อเหงือก	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%) ที่เวลา ต่างกัน	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
เหงือกปกติ	5/8(62.5)	3/8(37.5)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน	2/8(25)	2/8(25)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน และเชื่อมติดกัน	-	1/8(12.5)
gill lamellae จัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	1/8(12.5)	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน และจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	-	-
เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	2/8 (25)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน +เชื่อมติดกันและจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ+ เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน และเซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-

6.2 ตับ

ปลานิลกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปานครบ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ตับของปลานิลทุกตัวมีลักษณะเหมือนกัน คือ ประกอบด้วยเซลล์ตับ (hepatocytes) เป็นเซลล์รูปหลายเหลี่ยม ไซโทพลาสซึมล้อมติดล้อมของออร์แกเนลล์ มีนิวเคลียสรูปวงกลมล้อมติดล้อมของฮีมาท็อกซิลินอยู่กลางเซลล์ เห็นนิวคลีโอลัสชัดเจน มีไซนัสซอยด์ (sinusoid) แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ พบ central vein, hepatic vein นอกจากนี้ยังพบตับอ่อนส่วน exocrine pancreas แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ และล้อมรอบ hepatic portal vein ตับอ่อนส่วน exocrine pancreas ประกอบด้วย acinar cells อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เป็นเซลล์รูปปิรามิด มีไซโทพลาสซึมล้อมติดล้อมของฮีมาท็อกซิลิน มีนิวเคลียสกลมอยู่ชิดขอบเซลล์ และยังมีไซโมเจนแกรนูล (zymogen granule) ติดล้อมล้อมอยู่ในไซโทพลาสซึม (ภาพที่ 7a,b)

ลักษณะเนื้อเยื่อตับของลูกปลานิลกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีลักษณะปกติเหมือนปลานิลกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 7 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์ ประกอบด้วย hepatocyte (H) sinusoid (S) และ central vein (CV) ย้อมโดยวิธี H&E

A. ตับกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปา. Bar scale = 20 µm.

B. ตับปลากลุ่มที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตร.

Bar scale = 20 µm.

4.1.2.2 การทดสอบพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการ

คุณภาพน้ำที่เวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมงของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28.5–29 องศาเซลเซียส ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำของกลุ่มควบคุมที่เวลา 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.30 ± 0.06 , 4.95 ± 0.19 และ 4.11 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 6.43 ± 0.05 , 4.27 ± 0.17 และ 3.14 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติที่เวลาต่าง ๆ กันด้วย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอยู่ในช่วง 6.97 – 7.13 (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ทดสอบในระดับที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50

คุณสมบัติของน้ำ	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย-ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เวลาต่าง ๆ กัน		
		0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ควบคุม	$28.5 \pm 0.03a^*$	$28.7 \pm 0.04a$	$28.5 \pm 0.02a$
	ทดลอง	$28.6 \pm 0.02a$	$29.0 \pm 0.01a$	$28.5 \pm 0.02a$
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (มก/ล)	ควบคุม	$6.30 \pm 0.06a$	$4.95 \pm 0.19b$	$4.11 \pm 0.10c$
	ทดลอง	$6.43 \pm 0.05a$	$4.27 \pm 0.17b$	$3.14 \pm 0.02c$
ความเป็นกรด-ด่าง	ควบคุม	$6.97 \pm 0.15a$	$6.97 \pm 0.25a$	$7.03 \pm 0.31a$
	ทดลอง	$7.10 \pm 0.10a$	$7.03 \pm 0.06a$	$7.13 \pm 0.06a$

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2. การทดสอบขั้นต้น

จากการทดลองขั้นต้น เพื่อหาค่าความเป็นพิษของเมอร์คิวริกคลอไรด์ในระดับที่ทำให้ปลานิลตายที่เวลา 48 ชั่วโมง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปลานิลตายร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง และที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีปลานิลตายร้อยละ 37.50 และ 47.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน
ในการทดสอบความเป็นพิษขั้นต้น (n=30)

เวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน (%)					กลุ่มควบคุม
	1	10	50	100	200	
24	37.50	100	100	100	100	0
48	47.50	100	100	100	100	0

3. การทดสอบขั้นละเอียด

จากการทดลองขั้นต้นนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์จะได้ค่าความเข้มข้นที่จะนำมาใช้กำหนดค่าความเข้มข้นในขั้นละเอียด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.1, 0.5, 1 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการทดสอบขั้นละเอียดเพื่อหาระดับความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 ที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปลานิลตายร้อยละ 7.50, 30.00 และ 42.50 ตามลำดับ ที่เวลา 48 ชั่วโมง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปลานิลตายร้อยละ 15.00, 45.00 และ 50.00 ตามลำดับ และพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 100 (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน
ในการทดสอบความเป็นพิษขั้นละเอียด (n=30)

เวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน (%)				กลุ่มควบคุม
	0.1	0.5	1	5	
24	7.50	30.00	42.50	100	0
48	15.00	45.00	50.00	100	0

4. วิเคราะห์ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC_{50} ของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล

ความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Probit analysis ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.63 และ 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	LC ₅₀ (มก/ล)	Slope $\pm$ S.E.
24	0.63 (0.45-0.89)	1.91 $\pm$ 0.31
48	0.38 (0.24-0.55)	1.63 $\pm$ 0.28

5. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล

พบว่าปลานิลกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในเมอร์คิวริกคลอไรด์ในระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 มีพฤติกรรมการว่ายน้ำผิดปกติแตกต่างไปจากกลุ่มควบคุม คือ มีการการว่ายน้ำช้าลง มีการหายใจถี่ขึ้น ขึ้นมาหายใจบริเวณผิวน้ำ ค่อยๆหยุดการเคลื่อนไหวจนตกลงไปตายที่ก้นขวดพลาสติกในที่สุดซึ่งพฤติกรรมการว่ายน้ำมีลักษณะใกล้เคียงกับปลานิลที่ทดลองเลี้ยงในโซเดียมอาร์ซีไนท์

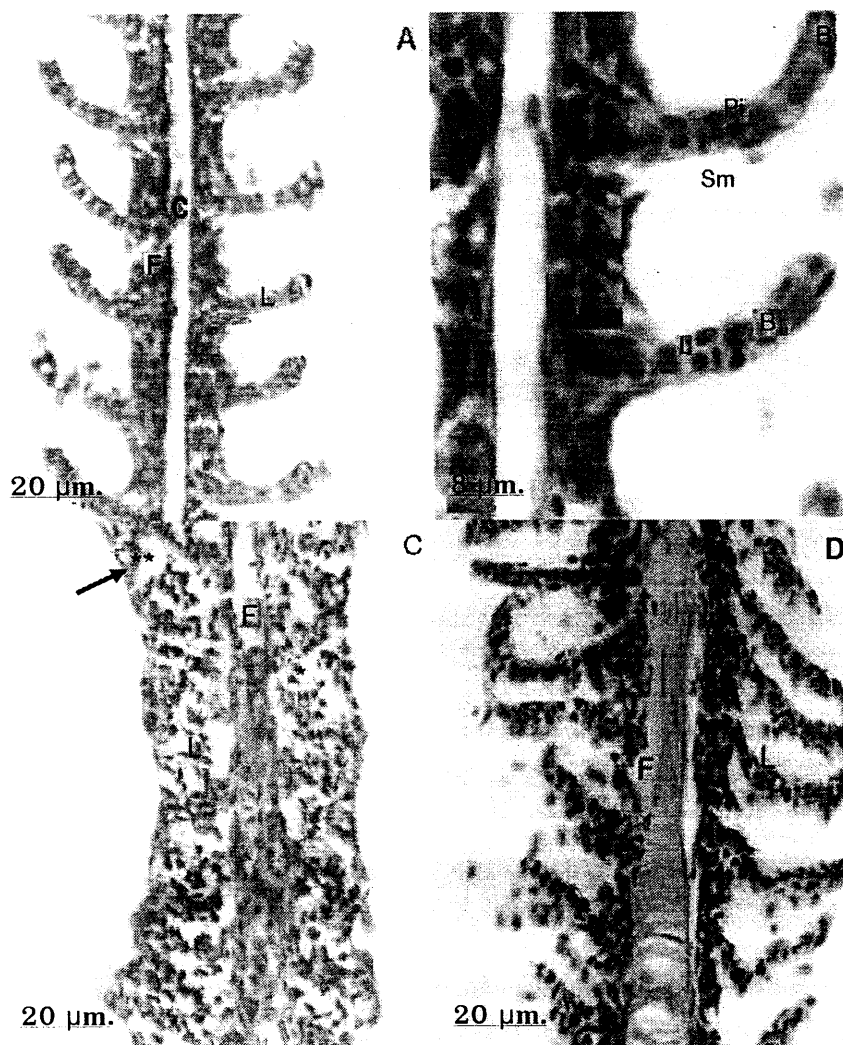
6. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงจุลพยาธิวิทยาของเหงือกและตับปลานิล

6.1 เหงือก

เหงือกของลูกปลานิลกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปานครบ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีลักษณะปกติเหมือนกันคือ ประกอบด้วย gill arch, gill filament และ gill lamellae (ภาพที่ 8a) โดย gill filament ตั้งอยู่บน gill arch ภายใน gill filament มีกระดูกอ่อน ค้ำจุนและมีหลอดเลือด arteriole แทรกอยู่ผิวของ gill filament ถูกปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อบุผิวที่แบนบางเรียงซ้อนกัน 3-5 ชั้น (stratified squamous epithelium) มี chloride cell เป็นเซลล์รูปรีขนาดใหญ่ โซโทรพลาสซึมย้อมติดสีชมพูและนิวเคลียสย้อมติดสีน้ำเงิน แทรกอยู่บริเวณใกล้ฐานของ gill lamellae, เป็นส่วนที่แยกออกจาก gill filament ทั้งสองข้าง และถูกปกคลุมด้วยเซลล์เยื่อบุผิวรูปแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) ภายใน gill lamellae ประกอบด้วย pillar cells ซึ่งเป็นเซลล์ค้ำจุน โดยมีแขนงออกไปเชื่อมกับ pillar cell ถัดไป และล้อมรอบ blood sinus ภายใน sinus เต็มไปด้วยเซลล์เม็ดเลือด

ลูกปลานิลกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ปลานิลกลุ่มทดลองร้อยละ 37.5 (3/8) และ 25.0 (2/8) มีลักษณะของเหงือกปกติเหมือนกลุ่มควบคุม และร้อยละ 12.5 (1/8) และ 25.0 (2/8) ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบลักษณะเซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณ

เพิ่มจำนวนมากขึ้น (hyperplasia) (ภาพที่ 8b*) และพบลักษณะ gill lamellae จัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ มีทิศทางไม่แน่นอนในปลานิลกลุ่มทดลองร้อยละ 12.5 (1/8) ที่เวลา 24 ชั่วโมง และ 37.5 (3/8) ที่เวลา 24 ชั่วโมง (disarray) (ภาพที่ 8d) ร้อยละ 37.5 (3/8) ที่เวลา 24 ชั่วโมง และ 12.5 (1/8) ที่เวลา 48 ชั่วโมงพบลักษณะเซลล์บุผิวของ gill filament เพิ่มจำนวน (hyperplasia) (ภาพที่ 8b*) และ gill lamellae บริเวณดังกล่าวเชื่อมติดกัน (fusion) (ภาพที่ 8b**) (ตารางที่ 17)



ภาพที่ 8 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F) gill lamellae (L) cartilage (C) โดยวิธี H&E

A. เหงือกกลุ่มควบคุม ที่เลี้ยงในน้ำประปา. Bar scale = 20 µm.

B. เหงือกกลุ่มควบคุม ที่เลี้ยงในน้ำประปา. Bar scale = 8 µm.

C. เหงือกกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร สังเกตการณ์เพิ่มจำนวนเซลล์เยื่อบุผิว (*) ของ gill lamellae และการเชื่อมติดกันของ gill lamellae (**). Bar scale = 20 µm.

D. เหงือกกลุ่มทดลอง ที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร สังเกตการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae. Bar scale = 20 µm.

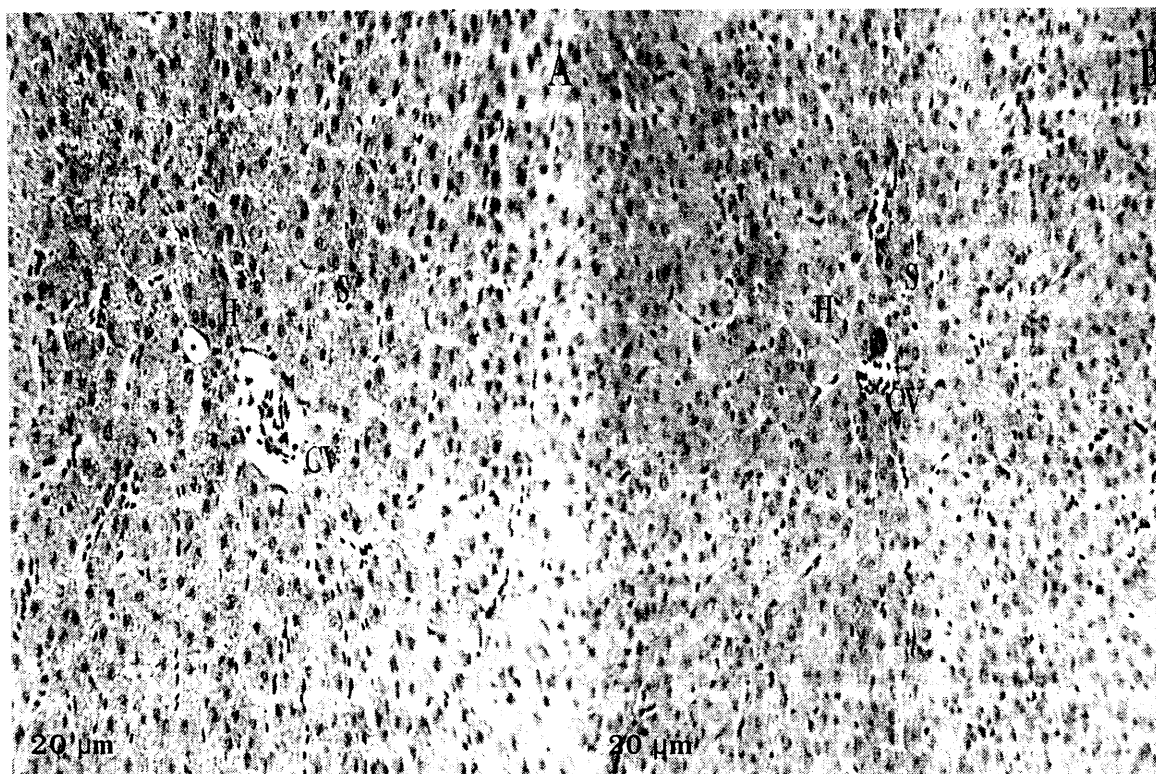
ตารางที่ 17 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลาไนที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง

ลักษณะเนื้อเยื่อเหงือก	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%) ที่เวลาต่างกัน	
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
เหงือกปกติ	3/8(37.5)	2/8(25)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน	1/8(12.5)	2/8(25)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวนและเชื่อมติดกัน	3/8(37.5)	1/8(12.5)
gill lamellae จัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	1/8(12.5)	3/8(37.5)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวนและจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	-	-
เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวน+เชื่อมติดกันและจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ+เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่มจำนวนและเซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-

6.2 ตับ

ปลาไนกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปานครบ 24 และ 48 ชั่วโมงพบว่า ตับของลูกปลาไนทุกตัวมีลักษณะเหมือนกัน คือ ประกอบด้วยเซลล์ตับ (hepatocytes) เป็นเซลล์รูปหลายเหลี่ยม ไซโทพลาสซึมย้อมติดสีชมพูของอีโอซิน มีนิวเคลียสรูปวงกลมย้อมติดสีม่วงของฮีมาทอกซิลินอยู่กลางเซลล์ เห็นนิวคลีโอลัสชัดเจน มีไซนุซอยด์ (sinusoid) แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ พบ central vein, hepatic vein นอกจากนี้ยังพบตับอ่อนส่วน exocrine pancreas แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ และล้อมรอบ hepatic portal vein ตับอ่อนส่วน exocrine pancreas ประกอบด้วย acinar cells อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เป็นเซลล์รูปปิรามิด มี ไซโทพลาสซึมย้อมติดสีม่วงอมน้ำเงิน มีนิวเคลียสกลมอยู่ชิดขอบเซลล์ และยังพบไซโมเจนแกรนูล (zymogen granule) ติดสีชมพูอยู่ภายในไซโทพลาสซึม (ภาพที่ 9a,b)

ลักษณะเนื้อเยื่อตับของลูกปลานิลกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่ามีลักษณะปกติเหมือนปลานิลกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 9 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ประกอบด้วย hepatocyte (H) sinusoid (S) และ central vein (CV) โดยวิธี H&E
 A. ตับปลากลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในน้ำประปา. Bar scale = 20 µm.
 B. ตับปลากลุ่มทดลองที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร. Bar scale = 20 µm.

4.2 การศึกษาพิษรองเฉียบพลัน

4.2.1 การศึกษาพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อ รึ้นน้ำจืด

4.2.1.1 การทดสอบพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อรึ้นน้ำจืด

จากการทดลอง เพื่อศึกษาพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อการเจริญเติบโตของรึ้นน้ำจืด โดยวัดขนาดความยาวลำตัว นับระยะเวลาในการเจริญเติบโต ซึ่งน้ำหนักแห้งของตัวหนอน นับจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้ ซึ่งระดับความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ถูกกำหนดจากค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC_{10} ของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืดวัยที่ 1 ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 2.58 (1.12-3.90) มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นระดับความเข้มข้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ใช้ในการทดสอบพิษรองเฉียบพลันมี 3 ระดับความเข้มข้น คือ 3 6 และ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

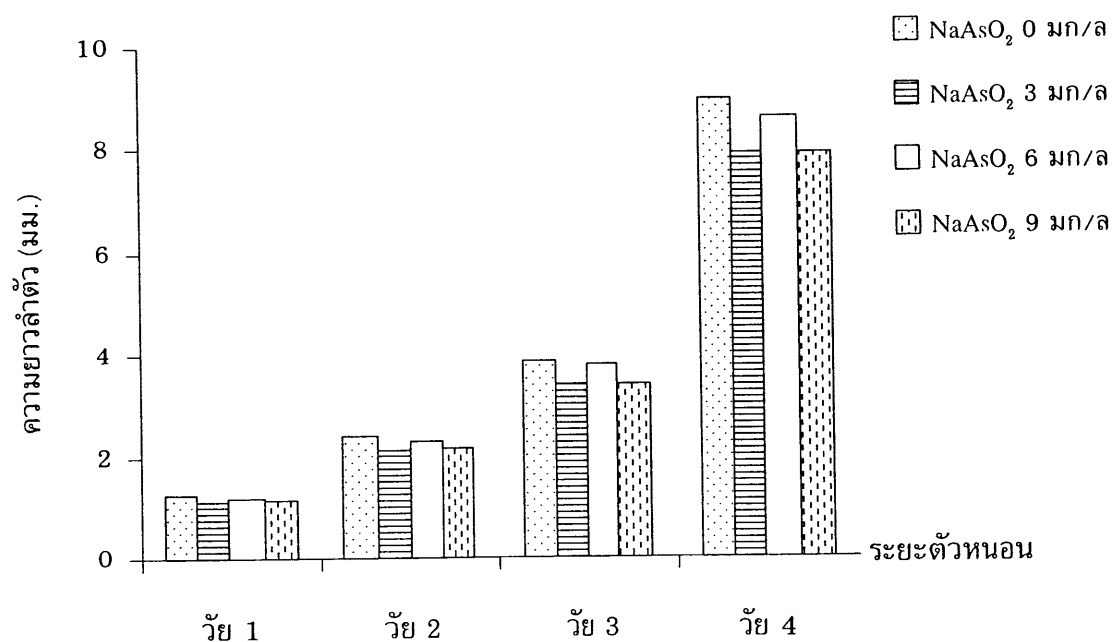
1. ขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละระดับความเข้มข้น ที่ระดับความเข้มข้น 0 3 6 และ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 1.27 ± 0.02 , 1.13 ± 0.02 , 1.20 ± 0.02 และ 1.15 ± 0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 2.41 ± 0.02 , 2.11 ± 0.01 , 2.31 ± 0.01 และ 2.16 ± 0.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 3.86 ± 0.02 , 3.41 ± 0.01 , 3.81 ± 0.03 และ 3.42 ± 0.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 8.94 ± 0.05 , 7.92 ± 0.02 , 8.60 ± 0.02 และ 7.91 ± 0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 18, ภาพที่ 10)

ตารางที่ 18 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (มิลลิเมตร)

โซเดียมอาร์- ซีไนท์ (มก/ล)	ขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (n=30)			
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	1.27±0.02a*	2.41±0.02a	3.68±0.02a	8.94±0.05a
3	1.13±0.02c	2.11±0.01d	3.41±0.01c	7.92±0.02c
6	1.20±0.02b	2.31±0.01b	3.81±0.03b	8.60±0.02b
9	1.12±0.01c	2.16±0.02c	3.42±0.02c	7.91±0.01c

*ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 10 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด (มิลลิเมตร)

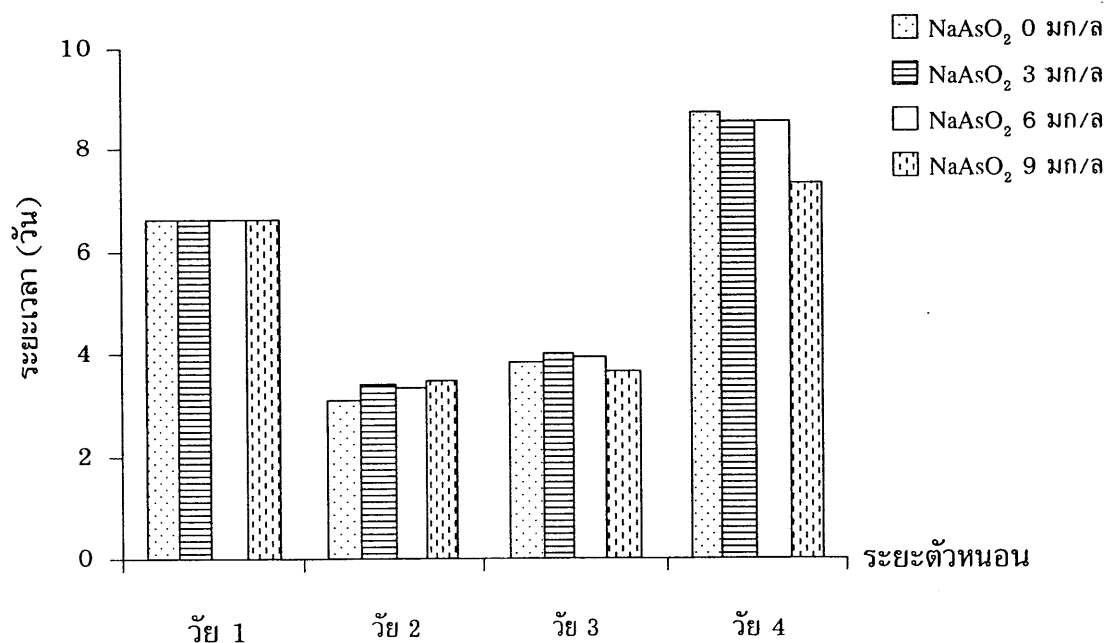
2. ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษของเชื้อแบคทีเรียของโซเดียมอาร์ซีไนต์ต่อการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0 3 6 และ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 6.63 ± 0.04 , 6.62 ± 0.01 , 6.62 ± 0.02 และ 6.62 ± 0.02 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 3.10 ± 0.01 , 3.42 ± 0.02 , 3.34 ± 0.02 และ 3.47 ± 0.01 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 3.83 ± 0.03 , 4.00 ± 0.01 , 3.94 ± 0.03 และ 3.67 ± 0.02 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 8.71 ± 0.04 , 8.52 ± 0.02 , 8.54 ± 0.01 และ 7.32 ± 0.01 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 19, ภาพที่ 11)

ตารางที่ 19 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนต์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (วัน)

โซเดียมอาร์ซีไนต์ (มก/ล)	ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (n=30)			
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	$6.63 \pm 0.04a^*$	$3.10 \pm 0.01d$	$3.83 \pm 0.03c$	$8.71 \pm 0.04a$
3	$6.62 \pm 0.01a$	$3.42 \pm 0.02b$	$4.00 \pm 0.01a$	$8.52 \pm 0.02b$
6	$6.62 \pm 0.02a$	$3.34 \pm 0.02c$	$3.94 \pm 0.03b$	$8.54 \pm 0.01b$
9	$6.62 \pm 0.02a$	$3.47 \pm 0.01a$	$3.67 \pm 0.02d$	$7.32 \pm 0.01c$

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 11 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด (วัน)

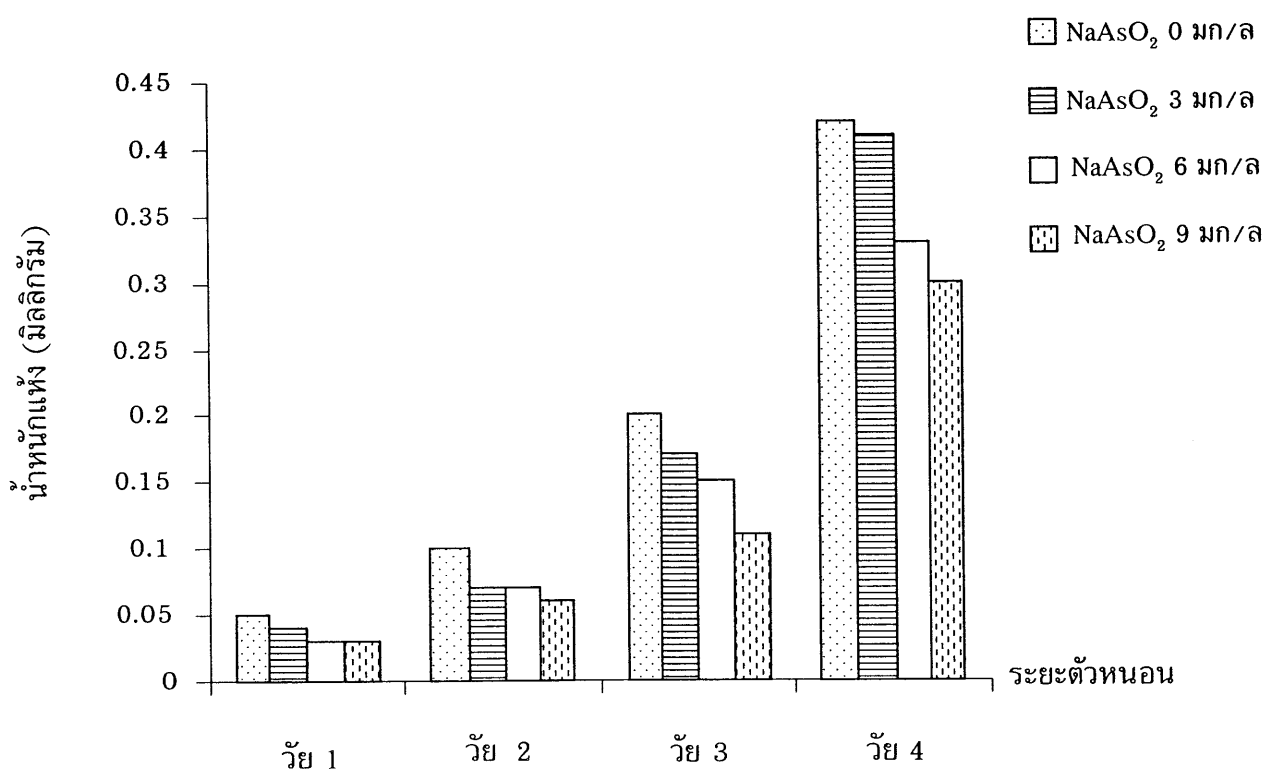
3. น้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษรองเจียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0 3 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.03 ± 0.01 , 0.04 ± 0.01 , 0.05 ± 0.01 และ 0.03 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.10 ± 0.02 , 0.07 ± 0.01 , 0.07 ± 0.01 และ 0.06 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.20 ± 0.04 , 0.17 ± 0.03 , 0.15 ± 0.03 และ 0.11 ± 0.05 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.42 ± 0.02 , 0.41 ± 0.03 , 0.33 ± 0.04 และ 0.30 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 20, ภาพที่ 12)

ตารางที่ 20 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรีนน้ำจืดในแต่ละวัย (มิลลิกรัม)

โซเดียมอาร์- ซีไนท์ (มก/ล)	น้ำหนักแห้งของตัวหนอนรีนน้ำจืดในแต่ละวัย (n=30)			
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	0.05±0.01a*	0.10±0.02a	0.20±0.04a	0.42±0.02a
3	0.04±0.01b	0.07±0.01b	0.17±0.03ab	0.41±0.03a
6	0.03±0.01c	0.07±0.01b	0.15±0.03ab	0.33±0.04b
9	0.03±0.01c	0.06±0.01b	0.11±0.05b	0.30±0.01b

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 12 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรีนน้ำจืด (มิลลิกรัม)

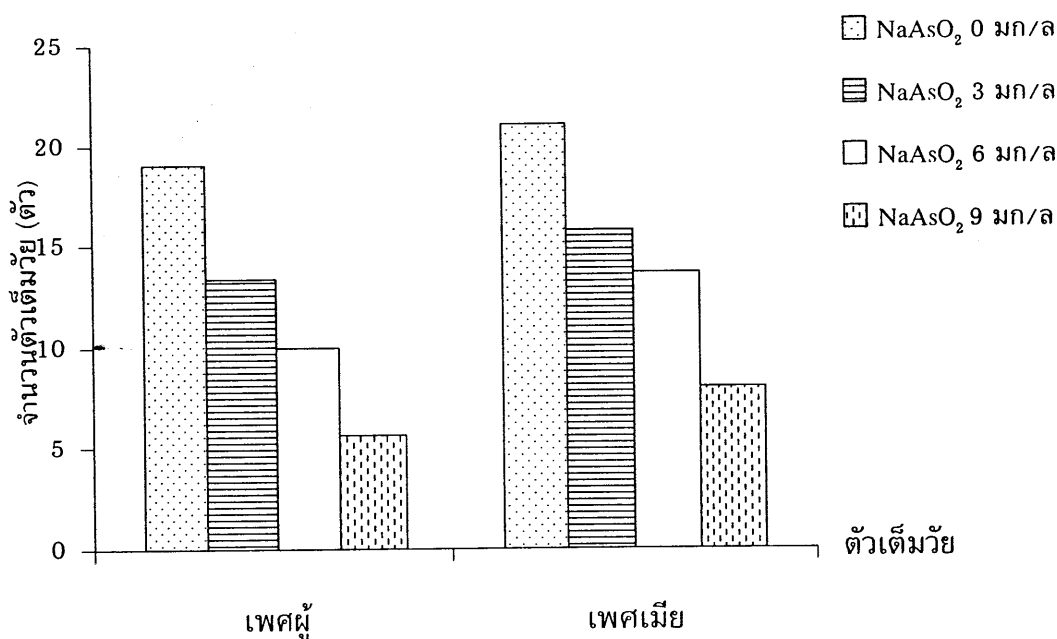
4. จำนวนตัวเต็มวัยของรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษของเนียบปล้นของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยของรึ้นน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0 3 6 และ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เกิดจากไข่ 300 ฟอง มีจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้เท่ากับ 19.00 ± 2.00 , 13.33 ± 2.08 , 10.00 ± 1.73 และ 5.67 ± 1.16 ตัว ตามลำดับ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 6.33, 4.44, 3.33 และ 1.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียเท่ากับ 21.00 ± 1.00 , 15.67 ± 3.06 , 13.67 ± 1.53 และ 8.00 ± 1.00 ตัว ตามลำดับ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 7.00, 5.22, 4.56 และ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 21, ภาพที่ 13)

ตารางที่ 21 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด (ตัว)

โซเดียมอาร์ซีไนท์ (มก/ล)	จำนวนตัวเต็มวัย (midge)		เปอร์เซ็นต์ตัวเต็มวัย (%)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
0	$19.00 \pm 2.00a^*$	$21.00 \pm 1.00a$	6.33	7.00
3	$13.33 \pm 2.08b$	$15.67 \pm 3.06b$	4.44	5.22
6	$10.00 \pm 1.73b$	$13.67 \pm 1.53b$	3.33	4.56
9	$5.67 \pm 1.16c$	$8.00 \pm 1.00c$	1.89	2.67

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 13 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด (ตัว)

4.2.1.2 การทดสอบพิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อรึ้นน้ำจืด

จากการทดลอง เพื่อศึกษาพิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของรึ้นน้ำจืด โดยวัดขนาดความยาวลำตัว นับระยะเวลาในการเจริญเติบโต ซึ่งน้ำหนักแห้งของตัวหนอน นับจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้ ซึ่งระดับความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ถูกกำหนดจากค่าความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC_{10} ของเมอร์คิวริกคลอไรด์ตัวหนอน รึ้นน้ำจืดวัยที่ 1 ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.26 (0.17-0.37) มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นระดับความเข้มข้นของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ใช้ในการทดสอบพิษรองเฉียบพลันมี 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.3, 0.6 และ 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

1. ขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

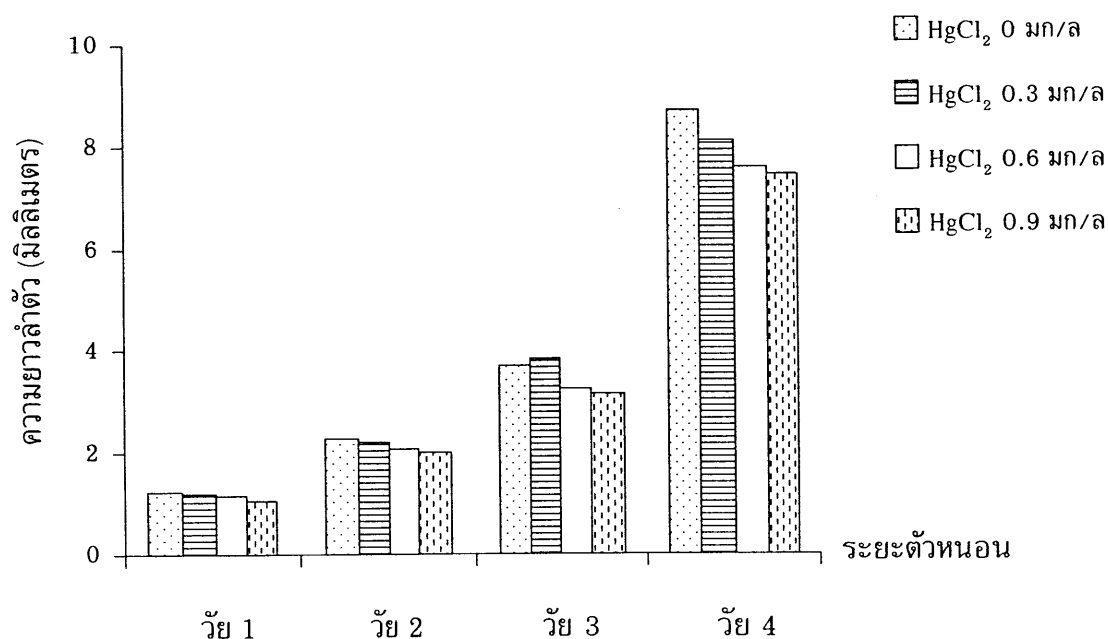
จากการศึกษาพิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละระดับความเข้มข้น ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6 และ 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 1.21 ± 0.03 , 1.17 ± 0.03 , 1.14 ± 0.01 และ 1.06 ± 0.06 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 2.26 ± 0.02 , 2.21 ± 0.01 , 2.05 ± 0.02 และ 1.97 ± 0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 3.71 ± 0.03 , 3.82 ± 0.01 , 3.24 ± 0.02 และ 3.12 ± 0.02

มิลลิเมตร ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีขนาดความยาวลำตัวเท่ากับ 8.70 ± 0.02 , 8.12 ± 0.03 , 7.59 ± 0.01 และ 7.44 ± 0.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 22 , ภาพที่ 14)

ตารางที่ 22 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรีนน้ำจืดในแต่ละวัย (มิลลิเมตร)

เมอร์คิวริกคลอไรด์ (มก/ล)	ขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรีนน้ำจืดในแต่ละวัย (n=30)			
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	$1.21 \pm 0.03a^*$	$2.26 \pm 0.02a$	$3.71 \pm 0.03a$	$8.70 \pm 0.02a$
0.3	$1.17 \pm 0.03ab$	$2.21 \pm 0.01b$	$3.82 \pm 0.01b$	$8.12 \pm 0.03b$
0.6	$1.14 \pm 0.01b$	$2.05 \pm 0.02c$	$3.24 \pm 0.02c$	$7.59 \pm 0.01b$
0.9	$1.06 \pm 0.06c$	$1.97 \pm 0.01d$	$3.12 \pm 0.02d$	$7.44 \pm 0.02c$

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 14 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรีนน้ำจืด (มิลลิเมตร)

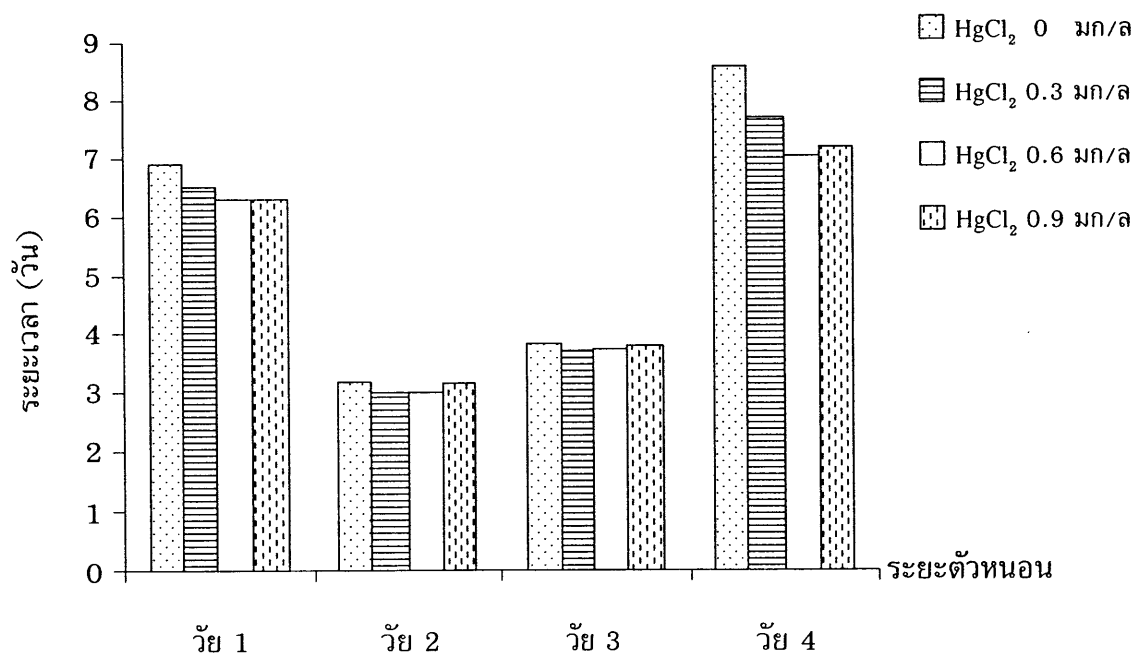
2. ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษของเนียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6 และ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 6.90 ± 0.01 , 6.50 ± 0.01 , 6.30 ± 0.02 และ 6.30 ± 0.01 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 3.18 ± 0.01 , 3.00 ± 0.11 , 3.00 ± 0.01 และ 3.15 ± 0.03 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 3.82 ± 0.05 , 3.70 ± 0.02 , 3.75 ± 0.03 และ 3.81 ± 0.01 วัน ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 8.57 ± 0.03 , 7.7 ± 0.02 , 7.02 ± 0.02 และ 7.17 ± 0.03 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 23, ภาพที่ 15)

ตารางที่ 23 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (วัน)

เมอร์คิวริกคลอ- ไรต์(มก/ล)	ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย(n=30)			
	วัย1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	$6.90 \pm 0.01a^*$	$3.18 \pm 0.01a$	$3.82 \pm 0.05a$	$8.57 \pm 0.03a$
0.3	$6.50 \pm 0.01b$	$3.00 \pm 0.11b$	$3.70 \pm 0.02b$	$7.70 \pm 0.02b$
0.6	$6.30 \pm 0.02c$	$3.00 \pm 0.01b$	$3.75 \pm 0.03b$	$7.02 \pm 0.02c$
0.9	$6.30 \pm 0.01c$	$3.15 \pm 0.03a$	$3.81 \pm 0.01a$	$7.17 \pm 0.03d$

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 15 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอรันน้ำจืด (วัน)

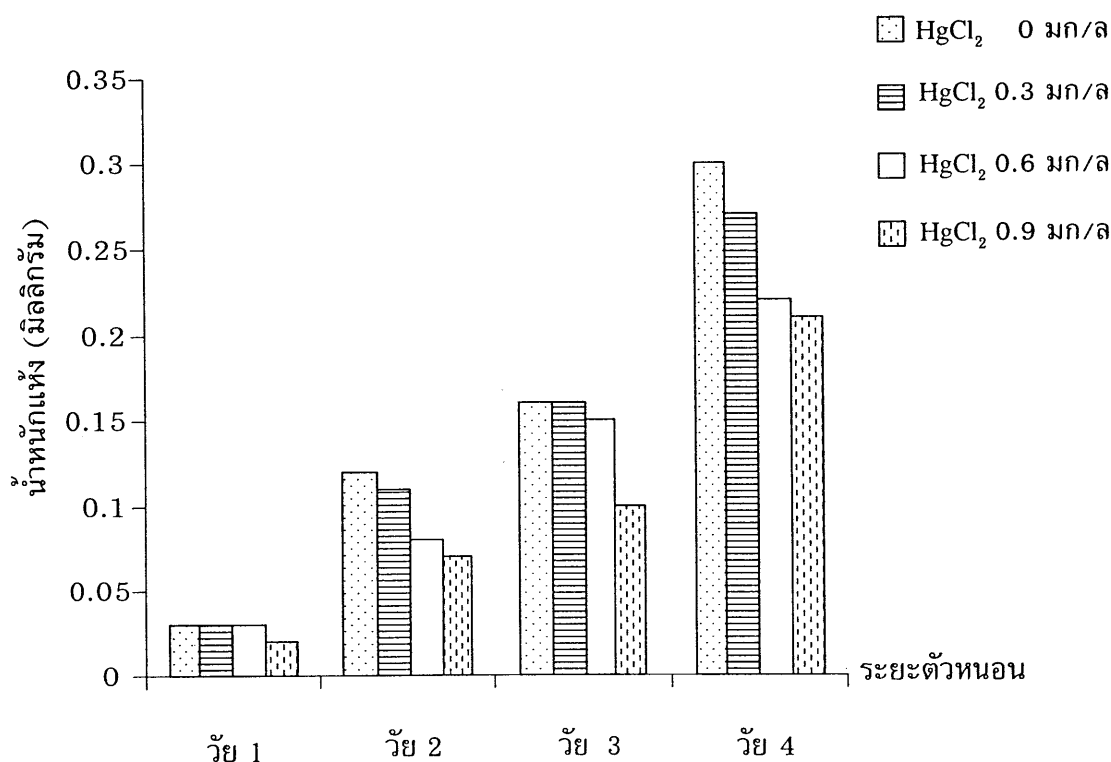
3. น้ำหนักแห้งของตัวหนอรันน้ำจืด

จากการศึกษาพิษของเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอรันน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6 และ 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนวัยที่ 1 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.03 ± 0.01 , 0.03 ± 0.01 , 0.03 ± 0.01 และ 0.02 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 2 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.12 ± 0.01 , 0.11 ± 0.03 , 0.08 ± 0.02 และ 0.07 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 3 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.16 ± 0.01 , 0.16 ± 0.02 , 0.15 ± 0.01 และ 0.10 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวหนอนวัยที่ 4 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.30 ± 0.03 , 0.27 ± 0.01 , 0.22 ± 0.03 และ 0.21 ± 0.01 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 24, ภาพที่ 16)

ตารางที่ 24 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย
(มิลลิกรัม)

เมอร์คิวริกคลอ- ไรด์ (มก/ล)	น้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย (n=30)			
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4
0	0.03±0.01a*	0.12±0.01a	0.16±0.01a	0.30±0.03a
0.3	0.03±0.01a	0.11±0.03ab	0.16±0.02a	0.27±0.01a
0.6	0.03±0.01a	0.08±0.02bc	0.15±0.01a	0.22±0.03b
0.9	0.02±0.01a	0.07±0.01c	0.10±0.01b	0.21±0.01b

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 16 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด (มิลลิกรัม)

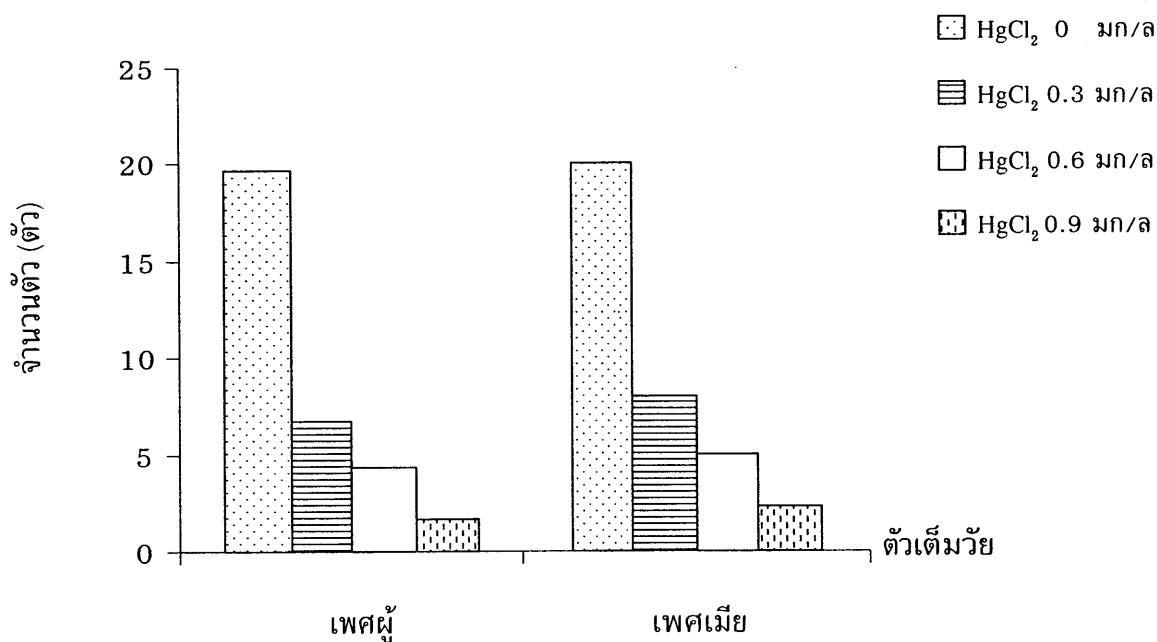
4. จำนวนตัวเต็มวัยของรึ้นน้ำจืด

จากการศึกษาพิษของเจียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยของรึ้นน้ำจืด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6 และ 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดที่เกิดจากไข่ 300 ฟอง มีจำนวนตัวเต็มวัยเพศผู้เท่ากับ 19.67 ± 2.08 , 6.67 ± 5.78 , 4.33 ± 5.78 และ 1.67 ± 5.78 ตัวตามลำดับแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 6.56, 2.22, 1.44 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียเท่ากับ 20.00 ± 1.00 , 8.00 ± 1.00 , 5.00 ± 1.00 และ 2.33 ± 0.58 ตัว ตามลำดับ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 6.67, 2.67, 1.67 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 25, ภาพที่ 17)

ตารางที่ 25 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด (ตัว)

เมอร์คิวริกคลอ- ไรด์ (มก/ล)	จำนวนตัวเต็มวัย (ตัว)		เปอร์เซ็นต์จำนวนตัวเต็มวัย (%)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
0	$19.67 \pm 2.08a^*$	$20.00 \pm 1.00a$	6.56	6.67
0.3	$6.67 \pm 5.78b$	$8.00 \pm 1.00b$	2.22	2.67
0.6	$4.33 \pm 5.78c$	$5.00 \pm 1.00c$	1.44	1.67
0.9	$1.67 \pm 5.78d$	$2.33 \pm 0.58d$	0.56	0.78

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 17 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด (ตัว)

4.2.2 การศึกษาพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล

4.2.2.1 การศึกษาพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิล

จากการทดลอง เพื่อศึกษาพิษรองเฉียบพลันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล วัดขนาดความยาวลำตัว น้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตของปลานิล (SGR) การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิสภาพของเหงือกและตับปลานิล แบ่งดำรับการทดลองตามชนิดของการให้อาหารปลา ประกอบด้วย อาหารปลา (T_1), อาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (T_2), รึ้นน้ำจืด (T_3) และ รึ้นน้ำจืดผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (T_4)

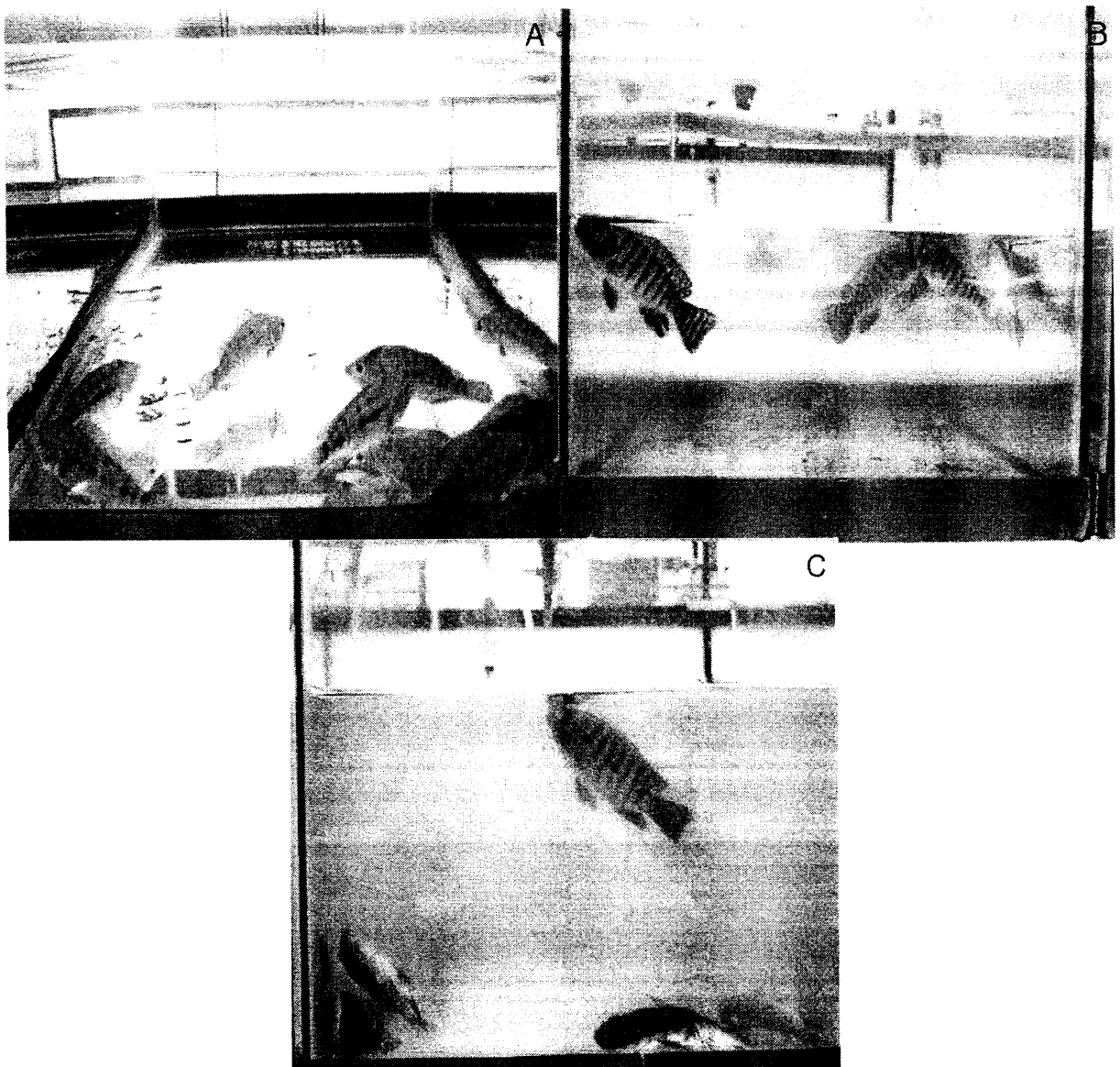
1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ

จากการวัดคุณภาพบางประการของน้ำในกลุ่มการทดลองที่มีการให้อาหารปลาต่างชนิดกัน พบว่า อุณหภูมิในในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 27.0-28.2 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ในช่วง 6.0-6.7 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแต่ละกลุ่มมีค่าอยู่ในช่วง 7.0-7.4 (ภาคผนวก ข.)

2. พืชรองเจียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของ

ปลานิล

จากการสังเกตพฤติกรรมของปลานิลในชุดการทดลองของ โซเดียมอาร์ซีไนท์ พบว่า กลุ่มที่มีการให้อาหารปลาและรีนน้ำจืดมีการว่ายน้ำเป็นปกติ (ภาพที่ 18a) ตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ส่วนในกลุ่มการให้อาหารปลาและรีนน้ำจืดที่มีโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมอยู่นั้น พบว่าในช่วงแรกๆปลามีการว่ายน้ำเป็นปกติแต่เมื่อผ่านไปได้ 24 วัน ในกลุ่มการทดลองที่มีการให้อาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาบางตัวเริ่มมีการว่ายน้ำที่ผิดปกติไป คือ มีการว่ายวนเวียนรอบตัวเอง และว่ายเร็วขึ้นไม่อยู่นิ่งว่ายลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ (ภาพที่ 18b) มีการหายใจเร็วขึ้นโดยสังเกตจากการขยับของแผ่นเหงือกถี่ขึ้น และเริ่มหยุดนิ่งและค่อยๆอ่อนแอลงจนกระทั่งจมลงไปตายที่ก้นตู้ในที่สุด (ภาพที่ 18c) และพบลักษณะพฤติกรรมของปลานิลดังกล่าวในกลุ่มที่มีการให้รีนน้ำจืดผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 27 ของการทดลอง เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 18 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนต์ต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล

- A. พฤติกรรมของปลานิลที่มีการว่ายน้ำเป็นปกติ
- B. พฤติกรรมของปลานิลแสดงอาการว่ายลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ
- C. พฤติกรรมของปลานิลแสดงอาการหยุดนิ่งและค่อย ๆ จมสู่ก้นตู้

3. พิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวของลำตัว

ปลานิล

จากการทดลองทดสอบพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวลำตัวของปลานิล พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยาวลำตัวในวันที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง แต่ในวันที่ 7, 14, 21 และ 30 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัว±ค่าความคลาดเคลื่อนของปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (เซนติเมตร)

กลุ่มการทดลอง	ค่าเฉลี่ยขนาดความยาวลำตัวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (ซม.)				
	วันที่ 1 (n)	วันที่ 7 (n)	วันที่ 14 (n)	วันที่ 21 (n)	วันที่ 30 (n)
อาหารปลา	4.13±0.02(30)a*	4.24±0.07(30)b	4.96±0.08(30)a	5.17±0.17(30)a	5.37±0.06(28)a
อาหารปลา+NaAsO ₂ 3 มก/ล	4.11±0.02(30)a	4.27±0.05(30)b	4.49±0.03(30)c	4.75±0.12(25)bc	4.83±0.08(21)c
รึ้นน้ำจืด	4.08±0.07(30)a	4.51±0.02(30)a	4.78±0.15(30)b	4.88±0.13(30)b	5.03±0.07(27)b
รึ้นน้ำจืด + NaAsO ₂ 3 มก/ล	4.11±0.02(30)a	4.19±0.02(30)b	4.30±0.08(30)d	4.59±0.04(26)c	4.72±0.05(26)c

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

4. พิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักตัวของปลานิล

จากการทดลองทดสอบพิษรองเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักตัวของปลานิล พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวในวันที่ 1 และวันที่ 7 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง แต่ในวันที่ 14, 21 และ 30 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว±ค่าความคลาดเคลื่อนของปลานิลในชุดการทดลองของ
โซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (กรัม)

กลุ่มการทดลอง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (กรัม)				
	วันที่ 1 (n)	วันที่ 7 (n)	วันที่ 14 (n)	วันที่ 21 (n)	วันที่ 30 (n)
อาหารปลา	0.53±0.02(30) ^a	0.65±0.07(30) ^a	0.78±0.06(30) ^a	0.93±0.05(30) ^a	1.01±0.10(28) ^a
อาหารปลา+NaAsO ₂ 3 มก/ล	0.51±0.01(30) ^a	0.59±0.01(30) ^a	0.66±0.05(30) ^b	0.72±0.10(25) ^b	0.78±0.12(30) ^b
รึ้นน้ำจืด	0.52±0.02(30) ^a	0.67±0.06(30) ^a	0.85±0.05(30) ^a	0.91±0.04(30) ^a	0.95±0.06(27) ^{ab}
รึ้นน้ำจืด + NaAsO ₂ 3 มก/ล	0.52±0.02(30) ^a	0.63±0.04(30) ^a	0.68±0.04(30) ^b	0.76±0.07(36) ^b	0.81±0.08(26) ^b

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

5. พืชรองเลี้ยงปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของ ปลานิล

จากการทดลองทดสอบพืชรองเลี้ยงปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนัก
ตัวของปลานิล พบว่า อัตราการเจริญเติบโตในวันที่ 7 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในวันที่ 14,
21 และ 30 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95
เปอร์เซนต์ ในแต่ละดำรับการทดลอง (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการ
ให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (%SGR)

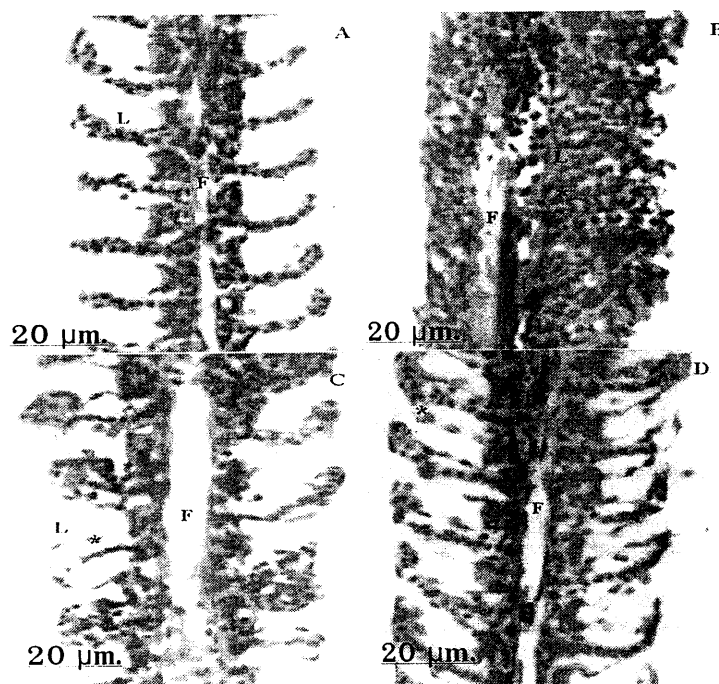
กลุ่มการทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (% SGR)			
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 30
อาหารปลา (T ₁)	1.54 ^{NS*}	1.29a	1.27a	0.96a
อาหารปลา+NaAsO ₂ 3 มก/ล (T ₂)	1.10	0.86b	0.75b	0.63b
รึ้นน้ำจืด (T ₃)	1.81	1.61a	1.20a	0.90a
รึ้นน้ำจืด + NaAsO ₂ 3 มก/ล (T ₄)	1.43	0.93b	0.84b	0.68b

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

6. พืชรองเจียบพลันของไซเตียมอาร์ซีไนท์ต่อการเปลี่ยนแปลงจุลพยาธิสภาพของเหงือกและตับปลานิล

6.1 เหงือก

เหงือกปลานิลในแต่ละกลุ่มการทดลองมีลักษณะเหงือกปกติ (ภาพที่ 19a) ร้อยละ 77.78 ของกลุ่มการทดลองทั้งหมด ส่วนปลานิลที่เหลือมีลักษณะผิดปกติ คือ ปลานิลร้อยละ 22.22 ของในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาและกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดที่มีไซเตียมอาร์ซีไนท์ ร้อยละ 11.11 ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดเพียงอย่างเดียว มีลักษณะเซลล์เยื่อบุผิวของ gill lamellae เพิ่มจำนวน (ภาพที่ 19b) ร้อยละ 22.22 และร้อยละ 11.11 ของกลุ่มที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับไซเตียมอาร์ซีไนท์ พบว่า มีลักษณะการจัดเรียงตัวของ gill lamellae เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 19c) และพบการแยกตัวออกของเซลล์เยื่อบุผิว gill lamellae (ภาพที่ 19d)



ภาพที่ 19 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลาย

โซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่เวลา 30 วัน แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F)
gill lamellae (L) cartilage (C) โดยวิธี H&E

A. ลักษณะเหงือกปกติ ที่เลี้ยงในกลุ่มการทดลองที่ให้อาหารปลา.

Bar scale = 20 µm.

B. เหงือกปลาในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ สังเกต
การเพิ่มจำนวนเซลล์เยื่อบุผิว (*) ของ gill lamellae. Bar scale = 20 µm.

C. เหงือกปลาในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ สังเกต
การเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae. Bar scale = 20 µm

D. เหงือกปลาในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ สังเกต
การแยกตัวออก (*) ของเซลล์เยื่อบุผิว gill lamellae. Bar scale = 20 µm.

ตารางที่ 29 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลาไนที่เลี้ยงในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน

ลักษณะเนื้อเยื่อเหงือก	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
เหงือกปกติ	7/9(77.78)	6/9 (66.67)	8/9(88.89)	7/9(77.78)
เซลล์เยื่อบุผิวของ gill lamellae เพิ่มขึ้น	2/9(22.22)	-	1/9(11.11)	2/9 (22.22)
เซลล์เยื่อบุผิวของ gill lamellae เพิ่มขึ้นและเชื่อมติดกัน	-	-	-	-
การจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae	-	2/9 (22.22)	-	-
เซลล์เยื่อบุผิวของ gill lamellae เพิ่มขึ้นและการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae	-	-	-	-
เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-	-	-
เซลล์เยื่อบุผิวของ gill lamellae เพิ่มขึ้นและเซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-	-	-
การแยกตัวออกของเซลล์เยื่อบุผิว gill lamellae	-	1/9 (11.11)	-	-

หมายเหตุ T₁ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลา

T₂ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

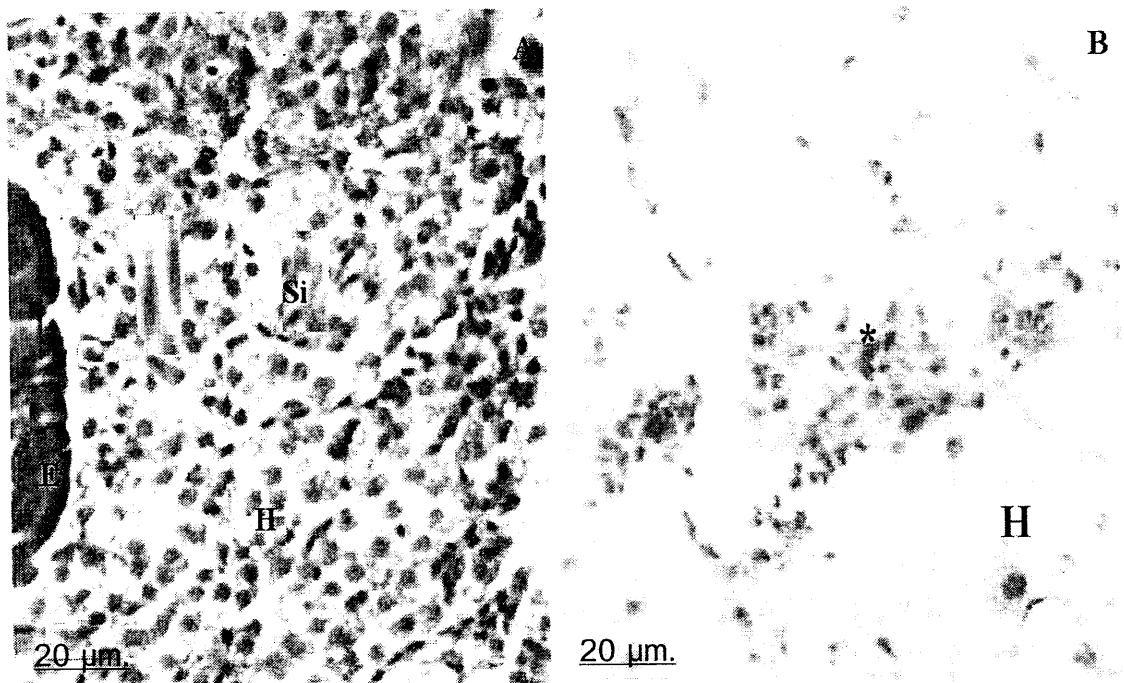
T₃ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยรีนน้ำจืด

T₄ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยรีนน้ำจืดผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.2 ดัชนี

จากตารางที่ 30 พบว่าดัชนีปลาทั้งหมดของกลุ่มที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลา(T₁) ร้อยละ 88.89 ของกลุ่มที่มีเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ (T₂) และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรีนน้ำจืดเพียงอย่างเดียว (T₃) และร้อยละ 77.78 ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรีนน้ำจืดผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ (T₄) พบว่าดัชนีปลามีลักษณะปกติ ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รูปหลายเหลี่ยม ไซโทพลาสซึมย้อมติดสีชมพูของอีโอซิน นิวเคลียสรูปรางกลมย้อมติดสีม่วงของฮีมาท็อกซิลิน อยู่กลางเซลล์ ภายในนิวเคลียสเห็นนิวคลีโอลัสชัดเจน พบไซโทซอต์แทรกกระหว่างเซลล์

(ภาพที่ 20a) ส่วนตับปลาที่เหลือมีลักษณะผิดปกติที่พบคือ เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อม ๆ (Focal necrosis) (ภาพที่ 20b)



ภาพที่ 20 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลาย

โซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่เวลา 30 วัน ประกอบด้วย hepatocyte(H) sinusoid (Si)
exocrine pancreas (E) โดยวิธี H&E

A. ตับปลาปกติ ที่เลี้ยงในกลุ่มทดลองที่มีการให้อาหารปลา. Bar scale = 20 µm.

B. ตับปลาในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดที่ผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์พบเซลล์ตับบาง
บริเวณตายเป็นหย่อม ๆ (*) (focal necrosis)

ตารางที่ 30 ลักษณะผิดปกติของตับปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน

ลักษณะเนื้อเยื่อตับ	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
ตับปกติ	9/9(100.0)	8/ 9(88.89)	8/9(88.89)	7/9(77.78)
เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อมๆ		1/9 (11.11)	1/9(11.11)	2/9 (22.22)
ไขนุซอียดที่แทรกระหว่างเซลล์ตับขยายออก	-	-	-	-
แกรนูลมาแทรกระหว่างเซลล์ตับ	-	-	-	-
เกิดช่องว่างขนาดใหญ่อยู่เกือบเต็มเซลล์	-	-	-	-
เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อมๆและสลายไป	-	-	-	-
มีการสะสมเซลล์เม็ดเลือดขาวในไขนุซอียด Central vein และ hepatic vein	-	-	-	-

หมายเหตุ T₁ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลา

T₂ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

T₃ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยรีนน้ำจืด

T₄ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยรีนน้ำจืดผสมกับโซเดียมอาร์ซีไนท์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2.2.2 การศึกษาพิษของเนียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล

จากการทดลอง เพื่อศึกษาพิษของเนียบพลันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล วัดขนาดความยาวลำตัว น้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตของปลานิล (SGR) การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิสภาพของเหงือกและตับปลานิล แบ่งทำการทดลองตามชนิดของการให้อาหารปลา ประกอบด้วย อาหารปลา (T₅), อาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (T₆), รีนน้ำจืด (T₇) และ รีนน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (T₈)

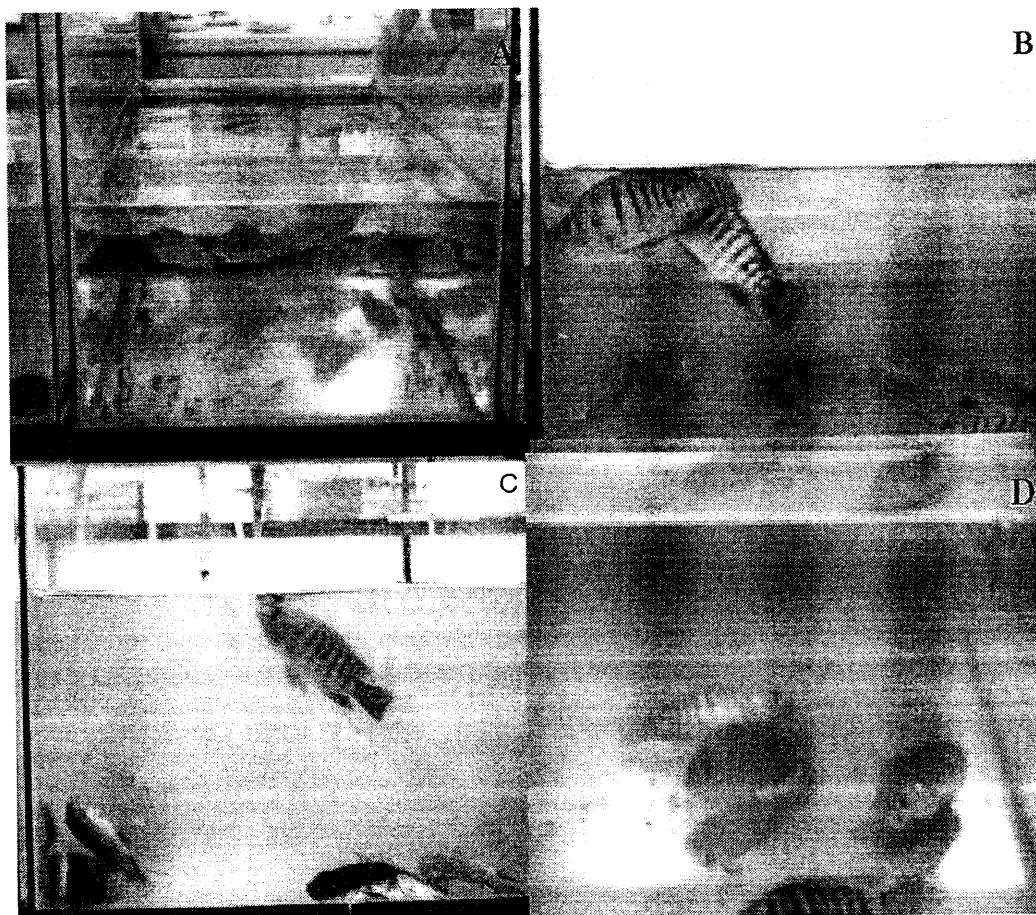
1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ

จากการวัดคุณภาพบางประการของน้ำในกลุ่มการทดลองที่มีการให้อาหารปลาต่างชนิดกัน พบว่า อุณหภูมิในน้ำในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 27.0-28.4 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ในช่วง 6.0-6.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแต่ละกลุ่มมีค่าอยู่ในช่วง 7.0-7.6 (ภาคผนวก ข.)

2. พิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของ

ปลานิล

จากการสังเกตพฤติกรรมของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ พบว่า กลุ่มที่มีการให้อาหารปลาและรีนน้ำจืดมีการว่ายน้ำเป็นปกติ (ภาพที่ 21a) ตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนในกลุ่มการให้อาหารปลาและรีนน้ำจืดที่มีเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมอยู่นั้น พบว่าในช่วงแรกๆปลามีการว่ายน้ำเป็นปกติแต่เมื่อผ่านไปได้ 21 วัน ในกลุ่มการทดลองที่มีการให้อาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาบางตัวเริ่มมีการว่ายน้ำที่ผิดปกติไป คือ มีการว่ายวนเวียนรอบตัวเอง และว่ายเร็วขึ้นไม่อยู่นิ่งว่ายลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ(ภาพที่ 21b) มีการหายใจเร็วขึ้น และเริ่มหยุดนิ่งและค่อยๆจมลงไปตายสู่ก้นตู้ในที่สุด (ภาพที่ 21c,d) และในวันที่ 24 ของการทดลองพบลักษณะพฤติกรรมของปลานิลดังกล่าวในกลุ่มที่มีการให้รีนน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 21 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล

A. พฤติกรรมของปลานิลที่มีการว่ายน้ำเป็นปกติ

B. พฤติกรรมของปลานิลแสดงอาการว่ายลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ

C-D. พฤติกรรมของปลานิลแสดงลักษณะอาการตายที่ก้นตู้

3. พิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของปลานิล

จากการทดลองทดสอบพิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของปลานิล พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยาวลำตัวในวันที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง แต่ในวันที่ 7, 14, 21 และ 30 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละดำรับการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัว±ค่าความคลาดเคลื่อนของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (ชม.)

กลุ่มการทดลอง	ค่าเฉลี่ยขนาดความยาวลำตัวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (ชม.)				
	วันที่ 1 (n)	วันที่ 7 (n)	วันที่ 14 (n)	วันที่ 21 (n)	วันที่ 30 (n)
อาหารปลา	4.13±0.07(30) ^{ns}	4.61±0.07(30) ^a	5.16±0.10(30) ^a	5.36±0.18(30) ^a	5.52±0.11(25) ^b
อาหารปลา+ HgCl ₂ 0.3 มก/ล	4.11±0.07(30)	4.19±0.09(30) ^b	4.28±0.03(30) ^b	4.49±0.12(24) ^b	4.69±0.12(20) ^c
รึ้นน้ำจืด	4.09±0.08(30)	4.81±0.05(30) ^a	5.30±0.04(30) ^a	5.56±0.01(30) ^a	5.71±0.06(29) ^a
รึ้นน้ำจืด + HgCl ₂ 0.3 มก/ล	4.09±0.12(30)	4.10±0.01(30) ^b	4.24±0.05(30) ^b	4.33±0.02(30) ^b	4.52±0.07(22) ^c

* ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

4. พิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อน้ำหนักตัวของปลานิล

จากการทดลองทดสอบพิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการน้ำหนักตัวของปลานิล พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวในวันที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง แต่ในวันที่ 7, 14, 21 และ 30 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละดำรับการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว±ค่าความคลาดเคลื่อนของปลานิลในชุดการทดลองของ
เมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (กรัม)

กลุ่มการทดลอง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (กรัม)				
	วันที่ 1 (n)	วันที่ 7 (n)	วันที่ 14 (n)	วันที่ 21 (n)	วันที่ 30 (n)
อาหารปลา	0.55±0.05(30) ^{ns}	0.78±0.04(30) ^a	0.92±0.06(30) ^a	1.13±0.08(30) ^a	1.24±0.07(25) ^b
อาหารปลา+ HgCl ₂ 0.3 มก/ล	0.54±0.01(30)	0.54±0.01(30) ^b	0.55±0.02(30) ^b	0.57±0.03(24) ^b	0.65±0.03(20) ^c
รึ้นน้ำจืด	0.51±0.51(30)	0.76±0.08(30) ^a	0.97±0.04(30) ^a	1.23±0.08(30) ^a	1.42±0.13(29) ^a
รึ้นน้ำจืด + HgCl ₂ 0.3 มก/ล	0.50±0.01(30)	0.53±0.02(30) ^b	0.55±0.02(30) ^b	0.57±0.03(30) ^b	0.61±0.02(22) ^c

* ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

5. พืชรองเลี้ยงปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของ ปลานิล

จากการทดลองทดสอบพืชรองเลี้ยงปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการ
อัตราการเจริญเติบโตของปลานิล พบว่า อัตราการเจริญเติบโตในทุกสัปดาห์มีความแตกต่างกัน
ทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 33 อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการ
ให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน (%SGR)

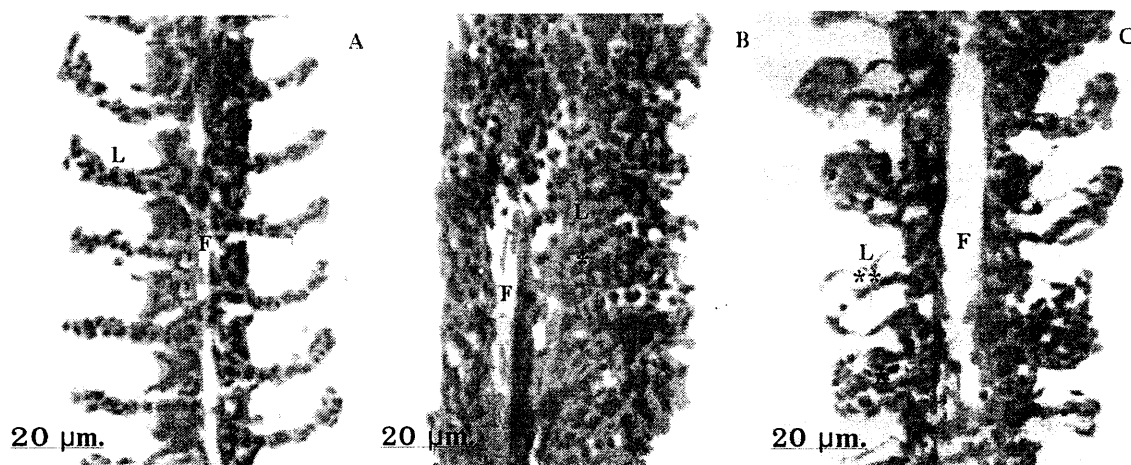
กลุ่มการทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (วัน)			
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 30
อาหารปลา	2.65±0.04a	1.75±0.06a	1.58±0.08a	1.22±0.07b
อาหารปลา+ HgCl ₂ 0.3 มก/ล	0.41±0.01b	0.27±0.02b	0.25±0.03b	0.35±0.03c
รึ้นน้ำจืด	2.50±0.08a	1.99±0.04a	1.81±0.08a	1.45±0.13a
รึ้นน้ำจืด + HgCl ₂ 0.3 มก/ล	0.37±0.02b	0.27±0.02b	0.26±0.03b	0.30±0.02c

* ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

6. พิษรองเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อจุลพยาธิสภาพของเหงือกและตับปลานิล

6.1 เหงือก

เหงือกปลานิลในแต่ละกลุ่มการทดลองมีลักษณะเหงือกปกติ (ภาพที่ 22a) ร้อยละ 83.33 ของกลุ่มการทดลองทั้งหมด ส่วนปลานิลที่เหลือมีลักษณะผิดปกติ (ตารางที่ 34) คือ ปลานิลร้อยละ 33.33 ของในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ ร้อยละ 22.22 ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดที่มีเมอร์คิวริกคลอไรด์ มีลักษณะเซลล์เยื่อผิวของ gill lamellae เพิ่มจำนวน (ภาพที่ 22b) ร้อยละ 11.11 ของกลุ่มที่มีการเลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ พบว่า มีลักษณะการจัดเรียงตัวของ gill lamellae เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 22c) และร้อยละ 22.22 ของกลุ่มการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ พบการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae และการคั่งของเซลล์เม็ดเลือดแดงใน sinus ของ gill lamellae (ภาพที่ 22c)



ภาพที่ 22 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลาย

เมอร์คิวริกคลอไรด์ ที่เวลา 30 วัน แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F) gill lamellae (L) cartilage (C) โดยวิธี H&E

A. ลักษณะเหงือกปกติ ที่เลี้ยงในกลุ่มการทดลองที่ให้อาหารปลา.

Bar scale = 20 µm.

B. เหงือกปลาในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์

สังเกตการเพิ่มจำนวนเซลล์เยื่อผิว (*) ของ gill lamellae. Bar scale = 20 µm.

C. เหงือกปลาในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์

สังเกตการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของ gill lamellae (**) และการคั่งของเซลล์

เม็ดเลือดแดงใน sinus ของ gill lamellae (*) . Bar scale = 20 µm.

ตารางที่ 34 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลาไนที่เลี้ยงในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์
ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน

ลักษณะเนื้อเยื่อเหงือก	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%)			
	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
เหงือกปกติ	9/9(100.0)	5/9(55.56)	8/9(88.89)	7/9(77.78)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่ม จำนวน	-	3/9(33.33)	-	2/9(22.22)
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่ม จำนวนและเชื่อมติดกัน	-	-	-	-
gill lamellae จัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	-	-	1/9(11.11)	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่ม จำนวนและจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ	-	1/9(22.22)	-	-
เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-	-	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่ม จำนวน, เชื่อมติดกันและจัดเรียงตัวอย่างไม่ เป็นระเบียบ+เซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-	-	-
เซลล์บุผิวของ gill filament บางบริเวณเพิ่ม จำนวนและเซลล์เม็ดเลือดแดงคั่งอยู่ภายใน sinus	-	-	-	-

หมายเหตุ T₅ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลา

T₆ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

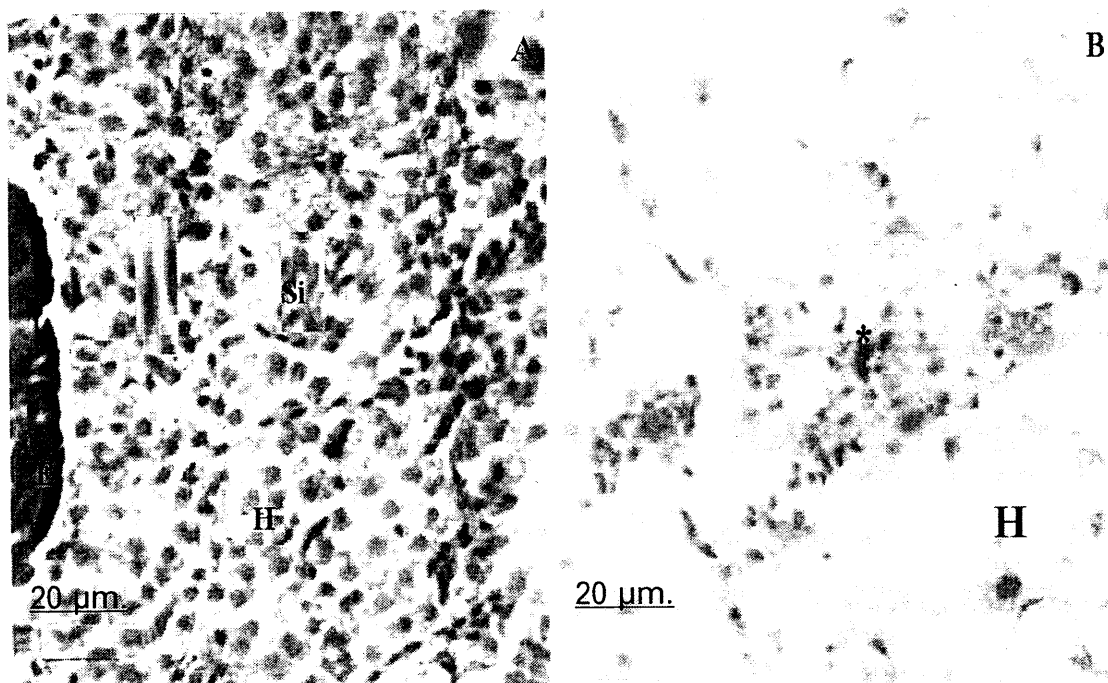
T₇ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืด

T₈ = กลุ่มปลาไนที่มีการเลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

6.2 ดัชนี

จากตารางที่ 35 พบว่าดัชนีปลาร้อยละ 88.89 ของกลุ่มที่การเลี้ยงด้วยอาหารปลา (T₅) และ กลุ่มที่มีเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ (T₆) ร้อยละ 100 ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดเพียงอย่างเดียว (T₇) และร้อยละ 77.78 ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ (T₈) พบว่าดัชนีปลามีลักษณะปกติ ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รูปหลายเหลี่ยม ไซโทพลาสซึมล้อมติดสีชมพูของอีโอซิน นิวเคลียสรูปร่างกลมล้อมติดสีม่วงของฮีมาท็อกซิลิน อยู่กลางเซลล์ ภายในนิวเคลียสเห็นนิวคลีโอลัสชัดเจน พบไซโทซอइटแทรกกระหว่างเซลล์

(ภาพที่ 23a) ส่วนตับปลาที่เหลือมีลักษณะผิดปกติที่พบคือ เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อมๆ (Focal necrosis) (ภาพที่ 23b)



ภาพที่ 23 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสารละลาย
 เมอร์คิวริกคลอไรด์ ที่เวลา 30 วัน ประกอบด้วย hepatocyte (H) sinusoid (Si)
 exocrine pancreas (E) โดยวิธี H&E
 A. ตับปลาปกติ ที่เลี้ยงในกลุ่มทดลองที่มีการให้อาหารปลา. Bar scale = 20 µm.
 B. ตับปลาในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาที่ผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ พบเซลล์ตับ
 บางบริเวณตายเป็นหย่อมๆ (*) focal necrosis. Bar scale = 20 µm.

ตารางที่ 35 ลักษณะผิดปกติของตับปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน

ลักษณะเนื้อเยื่อตับ	จำนวนตัว/จำนวนตัวทั้งหมด (%)			
	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
ตับปกติ	8/9(88.89)	8/9(88.89)	9/9(100.0)	6/9(77.78)
เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อมๆ	1/9(11.11)	2/9(11.11)	-	3/9(33.33)
ไซนุซอยด์ที่แทรกระหว่างเซลล์ตับขยายออก	-	-	-	-
แกรนูโลมาแทรกระหว่างเซลล์ตับ	-	-	-	-
เกิดช่องว่างขนาดใหญ่อยู่เกือบเต็มเซลล์	-	-	-	-
เซลล์ตับบางบริเวณตายเป็นหย่อมๆและสลายไป	-	-	-	-
มีการสะสมเซลล์เม็ดเลือดขาวในไซนุซอยด์ Central vein และ hepatic vein	-	-	-	-

หมายเหตุ T₅ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลา

T₆ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารปลาผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

T₇ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืด

T₈ = กลุ่มปลานิลที่มีการเลี้ยงด้วยรึ้นน้ำจืดผสมกับเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร